

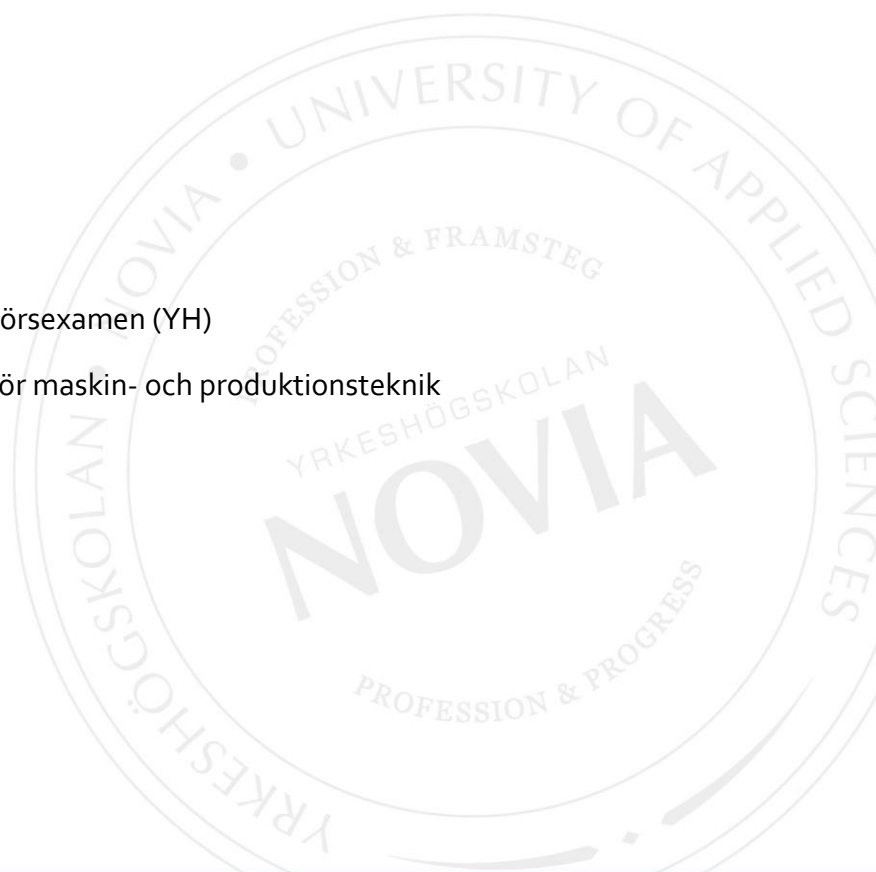
Planering av en svetsrobotcell

Sebastian Holm

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Sebastian Holm

Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Bil- och Transportteknik

Handledare: Rolf Dahlin

Titel: Planering av en svetsrobotcell

Datum 5.4.2018

Sidantal 31

Abstrakt

Detta examensarbete handlar om planeringen av en svetsrobotcell för företaget HUR. Huvudsyftet med detta examensarbete var att planera hur placeringen samt uppbyggnaden av cellen skall arrangeras. Första delsyftet var att planera fixturer. Andra delsyftet var att få en ergonomisk arbetsmiljö omkring svetsrobotenheten.

Examensarbetet avgränsades till planeringen av svetsrobotcellen samt fixturerna, som behövs för att göra själva arbetet med robotsvetsen så smidigt som möjligt. Dessutom ingick planeringen, hur hyllorna omkring skall placeras samt placering av de färdigt svetsade bottenplattan, i examensarbetet.

Metoder som användes för att utföra den praktiska delen av arbetet var att diskutera med produktutvecklarna, chefen för svetsavdelningen och företagets VD, samt syna miljön där cellen skulle placeras. Andra metoder som användes var att läsa litteratur samt söka information på nätet gällande ämnet.

Under planeringen har framkommit hur cellen skall byggas upp samt hur cellen skall placeras. Fixturerna har planerats så att tillverkningen av dessa kan börjas. Jag är nöjd med resultatet, speciellt med hur cellen började se ut.

Sist i arbetet beskrivs förslag till fortsatt forskning.

Språk: svenska

Nyckelord: svetsrobot, fixtur, MIG/MAG, svetsning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sebastian Holm

Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja kuljetustekniikka

Ohjaaja: Rolf Dahlin

Nimike: Hitsausrobottisolun suunnittelu

Päivämäärä 5.4.2018

Sivumäärä 31

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään robottisolun suunnittelua yritykselle HUR. Tämän opinnäytetyön päätavoite oli suunnitella solun sijoittuminen sekä sen rakentaminen. Ensimmäinen osatavoite oli suunnitella kiinnittimet. Toinen osatavoite oli saada hitsausrobottisolun ympäristö ergonomiseksi.

Rajoitin opinnäytetyöni hitsausrobottisolun sekä kiinnittimien suunnitteluun, jotta itse työnteko hitsausrobotilla olisi niin joustavaa kuin mahdollista. Lisäksi tämä opinnäytetyö käsittelee hyllyjen sekä valmiiden pohjalevyjen sijoittumista solun ympärille.

Käytännön osion menetelmät sisälsivät keskusteluja tuotekehittäjien, hitsausosaston päällikön sekä yrityksen johtajan kanssa. Sen lisäksi tutkittiin ympäristöä, mihin hitsausrobottisolu sijoittuisi. Muita käytettyjä menetelmiä ovat aiheen kirjallisuuden lukeminen sekä tiedonhaku internetistä. Suunnittelun aikana kävi ilmi, miten solu tulisi rakentaa sekä mihin se tulisi sijoittaa. Kiinnittimet ovat suunniteltu, joten niiden valmistus voi alkaa. Olen tyytyväinen tulokseen ja etenkin solun ulkonäköön. Työn viimeisessä osiossa käsitellään ehdotuksia mitä tulevaisuudessa aiheesta voisi tutkia.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: hitsausrobotti, kiinnitin, MIG/MAG, hitsaus

BACHELOR'S THESIS

Author: Sebastian Holm

Degree Programme: Mechanical and Production Engineering, Vasa

Specialization: Automotive and Transport Technology

Supervisor: Rolf Dahlin

Title: Planning of a Welding Robot Cell

Date April 5, 2018

Number of pages 31

Abstract

This thesis work is about the planning of a welding robot cell for a company called HUR. The main goal with this thesis work is to plan how the structure of the cell should be and where it should be situated. The second goal is to plan the fixtures. The third goal is to create an ergonomic working environment around the cell. I delineate my thesis work to planning of the welding robot cell and the fixtures that are needed to make the work done by the welding robot as flexible as possible. Moreover, the planning where the shelves and the ready welded bottom plates should be situated is included in the work.

Methods used for the practical part of the work was to discuss with the product developers, the head of the welding department and the CEO of the company and furthermore to check out the environment where the cell should be placed. Other methods included to read literature and to search for information on the net.

During the planning it has appeared how the cell should be built and where it should be situated. The fixtures have been planned so that the production of these can begin. I am satisfied with the result and especially with how the cell looks like. At the end of the work I gave some suggestions for further research.

Language: swedish

Key words: welding robot, fixture, MIG/MAG, welding

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Syfte.....	1
1.3	Avgränsning.....	2
1.4	HUR.....	2
1.5	Disposition	3
2	Teori.....	5
2.1	Robotteknik	5
2.1.1	Robotars historia samt utveckling.....	5
2.1.2	Hur industriroboten har utvecklats	8
2.1.3	Svetsrobotar	9
2.2	Svetsning.....	10
2.2.1	MIG/MAG-svetsning.....	10
2.3	Fixturer	12
2.4	Robottenhetens säkerhet	13
2.4.1	Olika typer av risker.....	14
2.4.2	Olika typer av olyckor som har förekommit.....	15
2.4.3	Vilka krav ställs på arbetsplatsen samt roboten	16
2.5	Företaget Fanuc	17
2.5.1	Historia	17
2.5.2	Produkter.....	17
3	Metod.....	18
4	Resultat.....	19
4.1	Robotten som kommer att användas, Fanuc ARC mate 120	19
4.2	Delarna som skall fixeras	20
4.3	Planering av fixturerna för robotcellen.....	21
4.4	Robotcellens uppbyggnad	23
4.4.1	Robotcellens placering.....	26
4.5	Resultatdiskussion.....	27
4.6	Kritisk granskning av arbetet	28
4.7	Förslag till fortsatt forskning.....	28
5	Diskussion	30
6	Källförteckning.....	31

1 Inledning

Detta examensarbete handlar om planeringen av en svetsrobotcell för företaget HUR. Det vill säga planering av fixturer, hur dessa skall se ut och fungera samt hur själva cellen skall byggas upp för att få en så effektiv produktion som möjligt. Arbetet behandlar också hur säkerheten skall arrangeras samt hur cellen skall placeras i produktionshallen.

1.1 Bakgrund

I dag fungerar produktionen så att en svetsare har haft som uppgift att svetsa bottenplattorna. Första skedet i tillverkningen är att placera alla delar på sina platser. Delarna finns lagrade bredvid arbetspunkten för att få en så ergonomisk arbetsmiljö som möjligt. Efter svetsning slipas hörnen på bottenplattan. Den färdigt svetsade samt slipade bottenplattan lyfts sedan i ställningar för tillfällig lagring, varifrån bottenplattorna sedan fortsätter sin färd genom produktionslinjen.

En svetsrobot skulle lämpa sig bra till arbetet, eftersom arbetsstycket inte behöver svängas för att slutföra arbetet. Företaget har inte svetsrobotar från tidigare men de är mycket villiga att satsa i en svetsrobotenhet, eftersom de har som mål att ständigt utveckla produktionen samt kvalitén.

1.2 Syfte

Detta examensarbete var ett beställningsarbete av företaget HUR. Huvudsyftet med detta examensarbete var att planera hur placeringen samt uppbyggnaden av cellen skall arrangeras för att få ett fungerande koncept.

Första delsyftet var att planera fixturer, som anpassar sig för bottenplattorna som skall svetsas.

Andra delsyftet var att få en ergonomisk arbetsmiljö omkring svetsrobotenheten, som t.ex. hyllor för delarna som används till bottenplattorna samt vart de färdigt svetsade bottenplattorna skall placeras.

1.3 Avgränsning

Examensarbetet avgränsades till planeringen av svetsrobotcellen samt fixturerna, som behövs för att göra själva arbetet med robotsvetsen så smidigt som möjligt. Dessutom ingår planeringen, hur hyllorna omkring skall placeras samt placering av de färdigt svetsade bottenplattan, i examensarbetet. Roboten som kommer att användas har redan blivit införskaffad, vilket betyder att det inte kommer att undersökas vilken robot som anpassar sig bäst. Fixturer för små detaljer tas inte upp i detta examensarbetet. Orsaken till detta är att de går att fixera endast med en modifierat snabbspänne.

1.4 HUR

HUR är ett företag som tillverkar styrketräningsmaskiner med tryckluftsteknik. Maskinerna anpassar sig både för gym samt rehabilitering. HUR-styrketräningsmaskiner tillverkas i Karleby, Finland och exporteras till mer än 30 olika länder. 90 % av produkterna blir exporterade. I dag har HUR ca 80 anställda runt om i världen var av ca 50 är stationerade i Karleby.

HUR fick sin början i ett forskningsprojekt år 1989 vid Tekniska högskolan i Helsingfors och har sedan dess samarbetat aktivt med vetenskapssamfundet. HUR har som mål att ständigt utveckla de bästa lösningarna för rehabiliterande-, förebyggande- samt konditionsupprätthållande träning. (Kort om HUR, Manderbacka 2017, 3–4)

Det som gör, att HUR:s styrketräningsmaskiner skiljer sig från mängden, är att de använder tryckluft som motstånd i stället för järnvikter. Fördelen med detta är att genom hela rörelsen, oberoende på hastigheten, är motståndet lika stort. Andra fördelar med HUR:s styrketräningsmaskiner är att de är tysta och har en mycket kompakt design. (Manderbacka 2017, 3–4)



Figur 1. På bilden ses en HUR Leg press rehab styrketräningsmaskin. (Leg Press Rehab)

1.5 Disposition

Här är en kort beskrivning på vad kapitlen kommer att omfatta.

2. Teori, I detta kapitel behandlas teorier som berör arbetet. Detta innebär teorier om fixturer, svetsning samt säkerheten. Industrirobotarnas historia och allmänna fakta tas också upp i detta kapitel. Till sist berättas det om företaget Fanuc och deras produkter eftersom det är en Fanuc robot som kommer att användas.

3. Metod, I detta kapitel berättas vilka metoder som användes för att få den kunskap som behövs för att utföra detta planeringsarbete.

4. Resultat, i resultatet beskrivs tillvägagångssättet med planeringsarbetet. Hur fixturerna skall se ut och deras utnyttjande och hur cellen kommer att se ut samt dess placering behandlas också. I det här kapitlet berättas också vad man kom fram till efter planeringsarbetet, vilka beslut som gjordes och vilket är det slutliga resultatet. I kapitlet berättas också vilka förändringar kunde ha gjorts för att optimera slutresultatet.

5. Diskussion, i diskussionen behandlas vad som kunde ha gjorts annorlunda. Vidare är den egna inlärningsprocessen i fokus i detta kapitel. De egna åsikterna behandlas också i diskussionen.

6. Källförteckning över de källor som använts i examensarbetet.

2 Teori

I detta kapitel kommer teorier att behandlas som berör examensarbetet, d.v.s. allmänt om robotteknikens historia samt utveckling. I detta kapitel tas också upp om svetsning men enbart om MIG/MAG eftersom största delen av produkterna som svetsas vid HUR, blir svetsade med hjälp av denna metod. Detta betyder att även roboten kommer att använda sig av en MIG/MAG-svets. Saker gällande fixturer behandlas också i detta kapitel, t.ex. vad behöver tänkas på när fixturer planeras. Sist i kapitlet tas det upp om robotens säkerhet eftersom detta är en mycket viktig aspekt när robotcellen planeras.

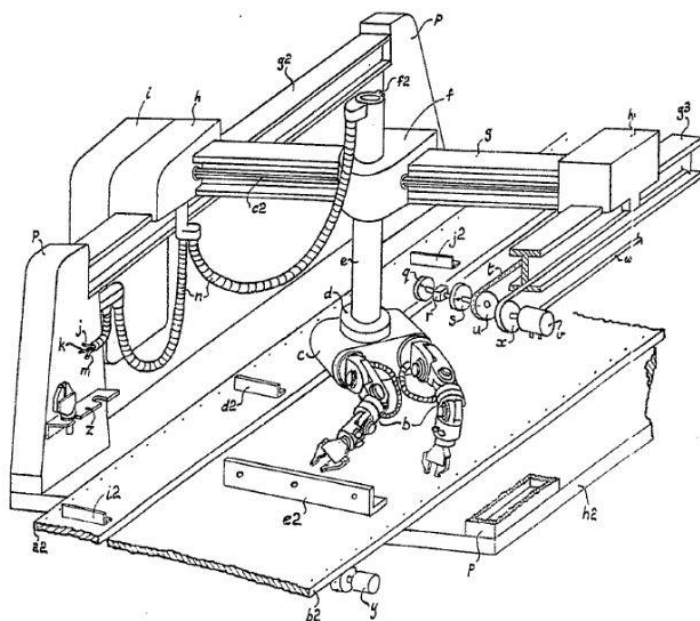
2.1 Robotteknik

Industrirobotar är idag både en betydelsefull och tillförlitlig teknik inom industrin. Från en början användes robotar mest inom verkstadsindustrin samt industrin som hade koppling till bilindustrin. En faktor som har gjort att användningsområden har ökat för industrirobotar är deras effektivitet samt flexibilitet. Det har idag blivit populärt att använda robotar i sådana arbeten som tidigare utfördes med specialbyggda maskiner eller manuellt av människor. (Blomsjö 2007, 9)

2.1.1 Robotars historia samt utveckling

Genom berättelser, myter och legender har tanken dokumenterats, att kunna skapa varelser, som klarar av att utföra liknande rörelser som en människa. Tanken att ha automatiska anordningar som betjänar eller roar människor har funnits sedan antikens dagar. Långt senare blev det tekniskt möjligt att i praktiken tillverka maskiner med sådan komplex och precision, som behövdes för programmeringen samt utförande av diverse rörelser. (Blomsjö 2007, 10)

Första patenten på en robot blev inlämnad 1954 och antaget 1957. Roboten gjordes av Cyril w. Kenward. I patenten beskrivs det att maskinen skall utföra hantering, montering eller positionering av föremål. Maskinen skall också vara utrustad med minst ett gripdon eller verktyg. Maskinen skall ha minst fem rörelseaxlar och drivdon, som reglerar rörelsen av gripdonet eller verktyget. Denna robot blev aldrig byggd i verkligheten, utan blev kvar på ritbordet. (Blomsjö 2007, 13)



Figur 2. Här ses den första patenten på en robot som blev inlämnad 1954 och antaget 1957. Patenten gjordes av Cyril w. Kenward. (1954, March- "Positioning or Manipulating Apparatus" patent by Cyril Kenward (British))

George C. Devol är mannen bakom patenten, som den första riktiga industriroboten baserar sig på. Patenten blev kallad *Programmed Transfer Article*. År 1961 blev Devols patent godkänt. Devols patent hade i princip samma funktion och uppbyggnad som Kenwards.

Namnet på företaget som tillverkade den första kommersiella industriroboten blev att heta *Unimation* vilket kommer från *Universal automation*. (Blomsjö 2007, 13)



Figur 3 Första kommersiella industriroboten som blev att heta Unimation vilket kommer från Universal automation. (Industrial robot)

Joseph Engelberger även kallad robotens fader, märkte redan i tidigt skede vad kunde åstadkommas med den teknologi som fanns då. Han gjorde en prototyp av en robot som baserade sig på Devols patent. År 1960 blev prototypen klar och 1961 monterades den första kommersiella roboten, en Unimate, hos Ford Motor Co. för att betjäna en pressgjutningsmaskin. Ford ville inte kalla maskinen för robot, eftersom ordet robot förknippades till något som tog arbete från människor och ersatte dem med maskiner. I stället för robot benämndes den till UTD. Detta var en naturlig reaktion, eftersom de enklare och tidigare robotarna användes till att utföra samma rörelser och arbeten som en anställd utförde. (Blomsjö 2007, 14)

Det var i bilindustrin, främst då Ford och General Motors som använde sig av robotar i produktionen under den första tiden. Dessa robotar användes främst för att utföra monotona, repetitiva, tunga och miljömässigt farliga arbeten. En egenskap som robotarna har i jämförelse med specialbyggda maskiner, är att de relativt lätt kan ställas om, för att utföra

andra rörelser. Detta var en avgörande faktor när produkternas livslängd steg för steg började minska och krav på omställning fick ökad betydelse. (Blomsjö 2007, 15–16)

2.1.2 Hur industriroboten har utvecklats

Till en början utnyttjades robotarna vid arbetsprocesser som direkt kunde ersätta människan. Arbetsstationer som hade monotona, repetitiva och störningsfria karaktär så som t.ex. maskinbetjäning, materialhantering och punktsvetsning kunde relativt enkelt robotiseras. De första robotarna saknade helt yttre sensorer, vilket betydde att de inte klarade av att mäta förhållanden omkring roboten. Oavsett detta har enklare robotar ändå visats vara effektiva, eftersom de klarade av att arbeta i dålig miljö, klarade av att lyfta tunga föremål samt utföra monotona rörelser utan att tröttna. (Blomsjö 2007, 16)

Ur ekonomisk synpunkt har människorna en lägre kostnad vid tillverkning av komplexa produkter ifall produkter blir producerade i låga volymer medan om stora volymer blir producerade har en specialmaskin lägre kostnad. Robotarnas ekonomiska område ligger mellan småskalig produktion och massproduktion, men även andra parametrar kan ha stor betydelse. På grund av utvecklingen av robottekniken, har ett ökat utnyttjande av robotar förekommit i både små- och storskaliga produktioner. De parametrar som ofta förknippas med robotar och som är av stor betydelse hör ofta ihop med:

- seriestorlek
- hur komplex arbetsoperationen är
- hur enkelt omställning kan utföras samt ställtiden
- arbetsprocessernas stabilitet samt styrning
- låg bemanning
- jämnare kvalitet
- bättre arbetsmiljö.

(Blomsjö 2007, 16–18)

Det var i slutet av 1970-talet och i början av 1980-talet när mera tid sattes på att utnyttja robotar för montering. Montering av mindre komponenter var i fokus då. Då utveckling av industrirobotar och dess applikationer jämförs, märks skillnaden i vilka krav de har på egenskaperna. För robotar, som är avsedda för maskinbetjäning samt materialhantering, var det viktigt att de hade en stor lastkapacitet. Medan processapplikationer som bågsvetsning behövde en nyutveckling av drivdon och styrsystem för att vara kapabel av banstyrningen. Robotar, som var avsedda för montering var tvungna att klara av en hög repetitionsnoggrannhet, acceleration samt rörelsehastighet beroende på vilka krav som sattes på cykeltider vid automatiserad montering. (Blomsjö 2007, 21–22)

Avancerade sensorer utnyttjades mer i vissa applikationer under senare hälften av 1980-talet. Kraftsensorer är en typ, som kan användas t.ex. vid slipning, gradning och rensning av gjutgods. 3D fog följare (laserscanners) används för att mäta och/eller följa svetsfogar vid bågsvetsning. För att använda dessa sensorer ställs det ofta stora krav på anpassning till robotarnas styrsystem för att få dem att arbeta på rätt sett. Styrsystemen under 1980-talet var för det mesta begränsade för att använda avancerade sensorer. Endast i de fall, när roboten och sensorerna var specifikt anpassade för varandra, var det möjligt. Detta har med tiden ändrats och i dag har styrsystemen förmågan att anpassas med olika typer av sensorer för att ändra på robotens arbetssätt. (Blomsjö 2007, 24)

2.1.3 Svetsrobotar

Det var i början av 1970-talet när bågsvetsning med robotar började. Bågsvetsning med robot är i dag en betydelsefull applikation, eftersom den har lett till betydande utveckling av speciella funktioner i styrsystemet för att kontrollera och styra strömkällan, rörelseaxlar samt användning av sensorer för fogföljning. Anledningen till denna utveckling är att det hela tiden strävas till att kunna göra mera avancerade svetsarbeten. Komplexa system för att göra detta blir mer och mer avancerade och svårare att programmera och underhålla. Trots detta är utvecklingen på väg mot mera avancerade system med externa rörelseaxlar samt automatisk transport av fixturer samt palletsystem. (Blomsjö 2007, 249)

Uppbyggnaden på ett system kan variera beroende på vad det är som tillverkas. I bilindustrin t.ex. ser robotarna samt fixturerna lika ut. Möjligheter att ändra fixturerna är minimala, eftersom stora mängder produceras av samma slag. Om ett företag svetsar olika delar men i samma storleksområde, behöver fixturerna vara så att de lämpar sig för svetsning av olika typer av produkter. De faktorer som driver utvecklingen, samt användningen av robotsystem

för bågsvetsning, är brist på kvalificerade svetsare. En annan faktor är, att minimera personal som måste arbeta i dålig miljö, utsättas för svetsångor samt svetsblänk. När en robot sköter arbetet, fås en högre produktivitet (normalt 2.5 till 4 gånger) än om arbetet utförs av människor. (Blomsjö 2007, 250–251)

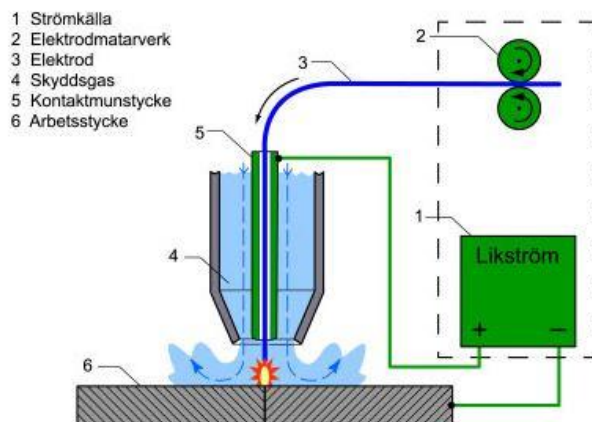
2.2 Svetsning

Svetsning har funnits som teknik för att sammanfoga material i århundraden. Idag finns det omkring 100 olika metoder som används. Det var under 40- och 50-talen som skyddsgaser började användas för att optimera svetsprocesserna. Gas skyddad svetsning har sedan dess varit den mest använda metoden inom svetsning. (Gassvetsning)

2.2.1 MIG/MAG-svetsning

MIG/MAG-svetsning, även kallad gasmetallbågssvetsning är den vanligaste typen av svetsmetod som används i Europa, USA och Japan. Skillnaden mellan MIG och MAG är att, MIG, Metal Inert Gas, använder sig av en inert gas, som t.ex. argon, som används bl.a. vid svetsning av rostfria material, medan MAG, Metal Active Gas, använder sig av en aktiv gas, som t.ex. argonmix, kolsyra och helium. (Svetsning)

Huvuddelarna i en MIG/MAG-svets är en strömkälla, elektrodmatarverk, svetspistol och skyddsgas. Typiskt för denna svetsmetod är, att likström används och att svetstråden fungerar som elektrod och matas fram automatiskt. Ljusbågen är omringad av skyddsgas och arbetsstycket är ansluten till strömkällans negativa pol. (MAG/MIG, Rörelektod gasmetallbågssvetsning)



Figur 4. En förenklad bild över hur en MIG/MAG-svets fungerar. (MAG/MIG, Rörelektod gasmetallbågssvetsning)

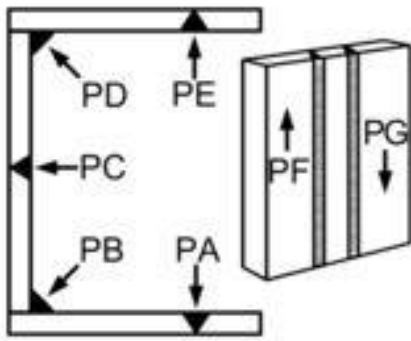
Som tillsatsmaterial används trådelektroder vars diameter kan vara 0,6 mm, 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm eller 1,6 mm. Dessa trådar är rullade på en spole, vars vikt är mellan ca 5 kg till 15 kg beroende på trådens diameter. Rörelektroder kan också användas. Rörelektroder kan ha följande diameter: 0,8 mm, 1,2 mm, 1,4 mm, 1,6 mm, 2 mm eller 2,4 mm, vars spolar väger mellan ca 15 kg till 25 kg. (MAG/MIG, Rörelektod gasmetallbågs svetsning)

Kortbågs svetsning är när trådelektroden kortsluts och övergår till arbetsstycket som droppar. När trådelektroden övergår från munstycket till arbetsstycket som små, fritt svävande droppar kallas det spraybågs svetsning. Den bästa metoden för att svetsa tunna föremål är kortbågs svetsning, eftersom detta utförs med låg svetsström. Alla svetslägen kan utföras med kortbågs svetsning. Det enda svetsläget som inte lämpar sig så bra för kortbågs svetsning är vertikalt nedåt, ifall grövre material svetsas. Detta kan orsaka en ofullständig inträngning i materialet, vilket kan resultera i en mycket svagare svets söm. Om material svetsas vars tjocklek är större än 4 mm, rekommenderas att använda sig av spraybåge, eftersom detta utfördes med en större strömstyrka. Spraybågs svetsning används endast i horisontalt och liggande vertikalt svetsläge. (MAG/MIG, Rörelektod gasmetallbågs svetsning)

Fördelen med MIG/MAG-svetsning är att inga avbrott i elektrodmatningen förekommer, jämfört med manuell bågs svetsning, där elektroden måste manuellt matas in i smältan. Detta betyder att MIG/MAG är en lämplig metod att kombinera med t.ex. robotsvetsning.

Gällande svetslägen, så har vartenda läge ett eget P-namn. Här beskrivs de följande lägen:

- PG, svetsning i fallande vertikalläge.
- PF, svetsning i stigande vertikalläge.
- PE, svetsning rakt underifrån, under uppåt.
- PD, svetsning i 45 graders vinkel underifrån i käl fog.
- PC, svetsning rakt framifrån i stumfog.
- PB, svetsning i 45 graders vinkel uppifrån i käl fog.
- PA, svetsning rakt uppifrån i stumfog, plattskarv.



Figur 5 Svetslägen samt beteckningar. (Svetsning)

2.3 Fixturer

Med fixturer menas verktyg som hjälper till med att hålla föremålen som bearbetas i rätt förhållande till varandra. Vid svetsning är det extremt viktigt att använda sig av fixturer, i fall det inte görs, är det nästan omöjligt att säkerställa att delar som svetsas kommer i rätt position till varandra. Detta är p.g.a. värmen som uppstår vid svetsning, som orsakar föremålen att dra sig till olika håll. När det produceras stora mängder av en produkt m.h.a. en fixtur, garanteras det att varenda enskild produkt kommer att vara inom samma tolerans. Andra fördelar med att använda sig av fixturer är att kostnaderna minimeras och produktionen ökar (detta beror på hur stor mängd som produceras av en produkt) samt att risken för olyckor under arbetet minimeras. (Welding fixtures)

Fixturer som utsätts för höga temperaturer, måste förutom att klara av höga temperaturer också i vissa fall klara av att leda bort eller hålla kvar värmen i arbetsstycket. Det som bör tänkas på när materialet väljs för fixturen, är att den oavsett temperaturen fortfarande håller måtten inom de toleranser som tillåts.

Här är några mål som bör beaktas när fixturer designas:

- Hålla arbetsstycket i den mest lämpliga positionen för svetsning.
- Se till att ha en tillräcklig värmeledningsförmåga från arbetsstycket till fixturen.
- Ha en tillräckligt hård kraft som håller arbetsstycket på dess korrekta position för att minimera vridning samt fel positionering av arbetsstycket.
- Förse fixturen med utrymningsställen för svetsloppor att ta sig bort från arbetsstycket samt fixturen.

- Ha tillräckligt med utrymme för att klara av att tillsätta tilläggsmaterial, i fall en sådan svetsmetod används där tilläggs materialet måste tillsättas manuellt.
- Ha tillräckligt med utrymme för att lätt komma åt de ställen som skall svetsas.
- Göra fixturen så simpel, lätt och smidig som möjligt att använda.

Här är några faktorer som bör tas i beaktande när en fixtur planeras:

- Vad blir fixturen att kosta, finns det någon annan lösning på design för att göra den billigare.
- Hur stora mängder kommer att produceras, vilka krav ställs på fixturen.
- Vilka toleranser måste fixturen klara av.
- Vad är det för material som kommer att svetsas.
- Hur mycket kommer arbetsstycket samt fixturen expandera i förhållande till varandra. (Welding fixtures)

2.4 Robotenhetens säkerhet

När robotar används i produktionen, måste säkerheten behandlas med största omsorg. Detta för att undvika olyckor, eftersom för det mesta vistas operatörer i närheten av roboten. Operatörens säkerhet är den viktigaste. Det är viktigt att roboten arbetar på ett sådant sätt, att det inte uppkommer onödiga störningar, eftersom detta leder till att personalen måste komma i närområdet av roboten vilket i sin tur kan leda till fler skador. Det kan också konstateras att en väl uttänkt operatörskydd optimerar utnyttjandet av systemet som kapacitet, stillestånd och service/underhåll. Anledningen till detta är att nödstopp och driftstopp lätt kan användas vilket i sin tur leder till en enkel och snabb återstart. När systemet är uppbyggt så, kan operatören utan att tveka stoppa systemet vid kritiska ögonblick, som annars kunde ha lett till person- eller maskinskador. Det är viktigt att redan vid planeringsskedet av systemet tänka igenom hur säkerheten skall arrangeras, så att det inte i ett senare skede när produktionen är i gång behöver bygga om, eftersom det blir oftast dyrt och inte lika effektivt. Det är också viktigt att all personal, som vistas i samma utrymme som roboten, får en grundlig utbildning hur den fungerar så att risker för skador minimeras.

Samtidigt kan konstateras, att den traditionella utrustningen som ersätts med en robot kommer att minska på förslitningsskador, belastningsskador samt skärskador beroende på vilken arbete roboten kommer att utföra. Skador som robotar kan orsaka, kan ha mycket svåra konsekvenser. Detta betyder att säkerhetsaspekterna måste tas på största allvar för att både minimera antalet olyckor och deras verkan. (Blomsjö 2007, 201–203)

2.4.1 Olika typer av risker

Robotars riskmoment skiljer sig en hel del från de traditionella utrustningarna. Detta är p.g.a. robotarnas variation i arbetssättet. Robotar har en potential att utföra arbetsuppgifter med komplicerad logik samt rörelseschema. Beroende på användningsområde borde en högre potentiell riskfaktor tas i beaktande. Det som är speciellt med robotars arbetssätt är att de verkar ”utåt” och kan uppnå mycket höga rörelsehastigheter. Detta kräver att operatören har en noggrann visuell kontroll över arbetsområdet. Det som gör att man får en annorlunda inblick i arbetssäkerhetens uppbyggnad för en robot i jämförelse med andra arbetsoperationer som maskinbetjäning av t.ex. pressar, är att operatören inte är i direkt kontakt med maskinen på samma sätt. (Blomsjö 2007, 203)

Kravet för ett säkert stopp måste ställas mycket högt för säkerhetssystem för robotsystem. Orsaken till detta är bl.a. arbetsområdets storlek och att i vissa fall har operatören begränsade möjligheter att fly arbetsområdet på en kort tid. Där det inte tar lång tid efter skyddet aktiverats tills det egentliga arbetsområdet nås, behöver kraven på omedelbar stopp inte ställas så relativt högt. Här nämns riskfaktorer gällande bland robotar:

- **Arbetsområde.** Robotarna arbetar för det mesta på ett mycket stort område och de kan sträcka ut sig långt från deras bas, vilket betyder att det är svårt att uppfatta riskzonen för robotens arbetsområde med avseende på robotens rörelse just då.
- **Programmering samt underhåll av roboten.** När programmeringar, justeringar, kontroller och service görs är det i vissa fall oundvikligt att inte gå in i delar av arbetsområdet. Fastän man försöker undvika detta är man ibland tvungen eftersom arbetet kräver noggrann kontroll av robotens rörelser.
- **Robotens rörelser.** Rörelserna roboten utför är mycket svår att förutspå även för en som är insatt i robotprogrammets funktion. Detta beror på att roboten rör sig i tre olika dimensioner.

- **Robotens felfunktioner.** Det som kan orsaka att roboten gör en oväntad rörelse är en felfunktion i programmet, en oväntad kombination av sensorsignaler eller en borttagen position i programmet. I olyckliga fall kan detta leda till att roboten väntar på ett kommando och stannar, sedan ingen startar när den får kommandot eller att roboten har väntat tillräckligt länge och startar. Sådana situationer kan uppstå och är svåra att upptäcka p.g.a. robotens komplicerade logik. (Blomsjö 2007, 204)

De grundläggande krav som läggs på uppbyggnaden av robotens säkerhet består av yttre och inre skydd. Det yttre skyddet hindrar fysiskt att slippa in på arbetsområdet när roboten är i gång. Exempel på sådan skydd är staket eller ljus bom. Valet av gränsskydd är beroende av ifrågavarande behov i det enskilda fallet som t.ex. förekommer det ljus blänk, ljud eller finns det risk för flygande föremål. Ifall någon går in i arbetsområdet när roboten är i gång skall all rörelse samt processfunktioner genast stängas av. Det inre skyddet gör att utbildad personal kan utföra programmering, kontroll samt servicearbeten under kontrollerat drifttillstånd. Under dessa operationer används vanligen håll don i kombination med reducerad rörelsehastighet. (Blomsjö 2007, 205)

Vid ett oplanerat avbrott av produktionen är det ofta svårt eller omöjligt att starta på nytt från det ställe där den stannade. I de fall där roboten utför processer som sker kontinuerligt t.ex. bågsvetsning eller målning är man tvungen att slutföra arbetet manuellt eller i värsta fall kassera produkten. (Blomsjö 2007, 206)

2.4.2 Olika typer av olyckor som har förekommit

En olycka med personskada i samband med en robot, har ofta berott på att någon har gått in på robotens arbetsområde utan att robotsystemet har stoppat. Även om det inte sker många olyckor där robotar är inblandade, så kan en minsta liten olycka leda till mycket allvarliga skador. Oftast sker olyckorna i samband med programmering och underhåll, eftersom då har skyddens funktion begränsats. En annan riskgrupp är operatörer, som medvetet tar en skyddsanordning ur bruk för att kunna utföra något handgrepp under drift. Även om operatörerna har en hög utbildning är det ingen garanti att inga olyckor kommer att ske i detta sammanhang. Men däremot om de har fått en hög utbildning vet de av dessa riskfaktorer som finns och p.g.a. detta ser de till att skyddsanordningen är i skick. (Blomsjö 2007, 207–208)

2.4.3 Vilka krav ställs på arbetsplatsen samt roboten

För att skyddsanordningen faktiskt kommer att användas, är det mycket viktigt att uppstarten av roboten efter ett stopp, är så lätt som möjligt utan några onödiga processer. Om detta förekommer finns det en uppenbar risk att skyddsanordningen kopplas förbi eftersom den upplevs besvärlig. För att skyddsanordningen skall klara av dessa krav bör det finnas tre stoppfunktion nivåer:

1. **Produktionsstopp.** Produktionsstopp innebär, att roboten stannar i en sådan position varifrån den lätt kan direkt starta utan problem m.a.o. en kontrollerad stopp. En utförd produktionstopp skall i sin tur ge en klarsignal för skyddsstopp samt ge lov att gå in på robotens arbetsområde.
2. **Skyddsstopp.** Med skyddsstopp menas att systemet stannar säkert och möjliggör en enkel uppstart av roboten. Till detta krävs att all kraft är avstängd till robotens rörelseaxlar samt andra rörliga enheter i systemet. För att detta skall vara möjligt behöver roboten ha bromsar på alla diverse axlar samt sensorer som bibehåller information om rörelseaxlarnas positioner.
3. **Nödstopp.** När ett nödstopp utförs, skall all kraft till robotens delar som är i rörelse brytas. Nödstopp skall vara ett helt säkert stopp och användas endast vid nödsituationer. Om det är möjligt, är det ett måste att enkelt starta upp systemet igen och att det finns instruktioner till detta. Som regel är då att inga styrfunktioner skall brytas samt att lägesgivaren behåller information vid avbrott. (Blomsjö 2007, 213–214)

Då robotsystemet planeras, installeras och tas i bruk skall dokumentation utarbetas gällande säkerheten. Dokumentationen skall vara skriven på det språk operatören har som modersmål. Dokumentet skall innehålla information gällande robotens säkerhet samt hur skyddet fungerar under drift och underhåll/programmering. I dokumentationen skall också finnas hur systemet underhålls samt åtgärder vid ett driftstopp, haveri samt personskada. Det är en fördel om dokumentet är skrivet så kortfattat och enkelt som möjligt och att den alltid finns i närheten av var operatören kommer att arbeta. Det är även en fördel om all personal som är berörd av roboten får ta en del av informationen och förstår betydelsen av säkerhetsarbete med robotar. (Blomsjö 2007, 216)

2.5 Företaget Fanuc

Företagets huvudkvarter befinner sig i en liten by i Japan vars namn är Oshino, Yamanashi. Byn har en population på ca 9000 invånare och befinner sig i roten av berget Fuji. Fanuc har varit världsledande inom robotteknik allt sedan 1970-talet. Namnet Fanuc står för "Fuji Automatic Numerical Control". (The history of Fanuc)

2.5.1 Historia

Fanuc grundades som ett dotterbolag till företaget Fujitsu år 1955. Det var då Fujitsu bestämde sig för att konkurrera inom automations verksamheten. De första anställda var ett team på 500 ingenjörer, varav en av dem var Seiueemon Inaba som valdes till chef. Valet var ett mycket gynnsamt drag av företaget. Detta gynnade både företaget samt Inaba. År 1982 blev Fanuc ett självständigt bolag och har sedan dess varit världs ledande inom robottekniken. (The history of Fanuc)

2.5.2 Produkter

Fanuc har ett stort sortiment på olika stora robotar. Den minsta roboten i sortimentet är Fanuc M-1 serien, som har en räckvidd på 420 mm och en max belastning på 1 kg. M seriens robotar är mycket små och snabba. Dessa kan användas för att plocka ihop mindre komponenter. Den största roboten i Fanucs urval är Fanuc M-2000 serien. Denna robot kan hantera en vikt på 2300 kg och har en räckvidd på 4683 mm.

Fanuc har en skild serie av robotar som är avsedda endast för svetsning. Dessa robotar heter Fanuc ARC mate. Dessa robotar finns det 6 olika modeller av: 0 serien, 50 serien, 100 serien, 120 serien, M-710iC/12L och M-710iC/20L. 0 serien har en räckvidd på 1437 mm som är den minsta och största har en räckvidd på 3123 mm. (Industrial Robots)

3 Metod

Metoder som användes för att utföra den praktiska delen av arbetet var att diskutera med produktutvecklarna, chefen för svetsavdelningen samt företaget VD samt syna miljön där cellen skulle placeras. Diskussionerna utfördes vid företaget. Cellens utseende samt uppbyggnad och hur fixturerna kunde bli gjorda diskuterades. Synandet av miljön gjordes med chefen för svetsavdelningen. Det var då det slogs fast var cellen skulle vara men inte hur den skulle placeras i området. Andra metoder som användes var att läsa litteratur samt söka information på nätet gällande ämnet.

4 Resultat

I detta kapitel tas upp tillvägagångssättet med planeringsarbetet samt vad som åstadkommits. Först introduceras roboten som kommer att användas. Efter det behandlas de delar som skall fixeras samt dess planering. Sedan beskrivs planeringen av svetsrobotcellen. Till sist behandlas placeringen av cellen.

Företaget HUR kontaktades hösten 2017 gällande möjliga projekt som lämpar sig för examensarbete. Företagets önskan var att få en svetsrobot till svetssidan. Det beslöts då att examensarbetet behandlar planering av en svetsrobotcell inklusive fixturer.

4.1 Roboten som kommer att användas, Fanuc ARC mate 120

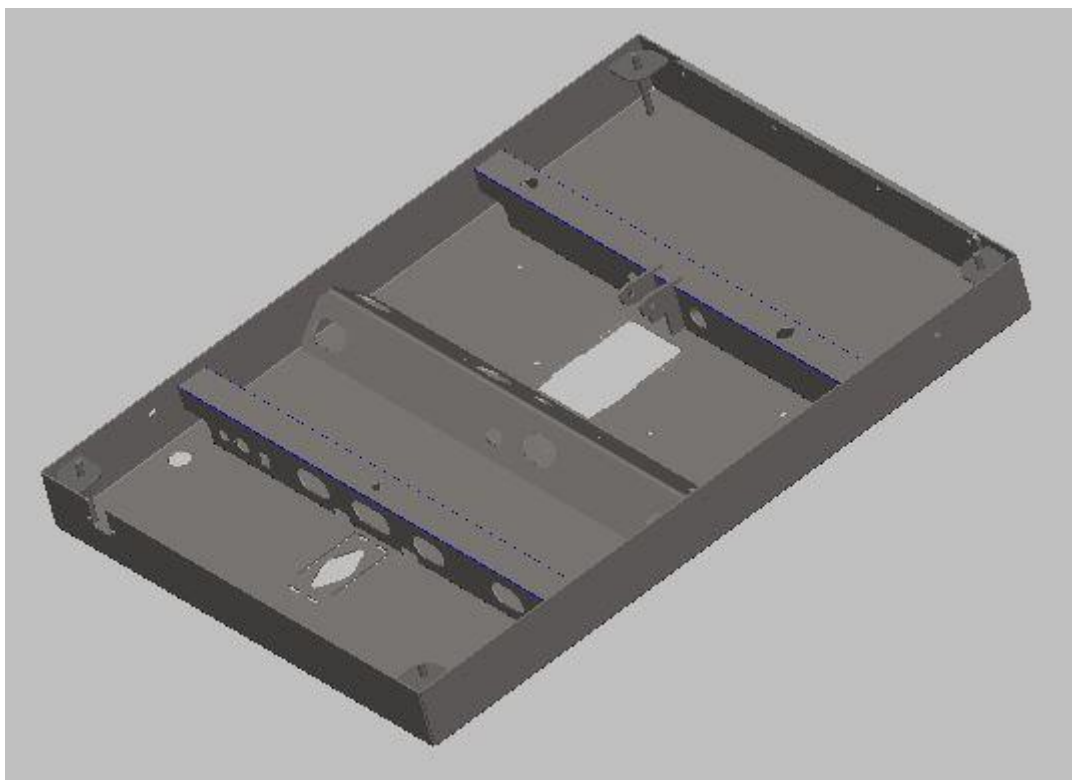
Roboten som kommer att användas på HUR är en Fanuc ARC mate (figur 6). Roboten är tillverkad år 1991 och blev köpt begagnad från ett annat företag i närtrakten. Orsaken till varför en begagnad robot köptes är att det är onödigt att satsa stort på endast roboten i detta skede. Tanken är att först få ett fungerande koncept och sedan när allt fungerar kan företaget fundera i fall att det finns behov av en nyare robot.



Figur 6. Bild på roboten som kommer att användas.

4.2 Delarna som skall fixeras

Bottenplattorna av konditionsmaskinerna innehåller en hel del delar som skall svetsas fast (Figur 7). Olika bottenplattor ser olika ut beroende på vilken modell det är frågan om. Bottenplattorna innehåller förstärkningsbjälkar, fästplattor för display armarna samt elmotorerna som ställer höjden på sätet (vissa modeller) och fotstöden. Alla dessa skall ha en typ av fixtur som håller dem på sina platser när de svetsas fast. Förstärkningsbjälkarna är för det mesta gjord av 60x40 profil samt bockade plåt i V form. Till vissa bottenplattor kommer det även ett förstärkningsjärn på ena sidan vars tjocklek är 2.5 mm. Fästplattorna för displayarmarna är också gjorda ut av 5 mm tjock plåt.

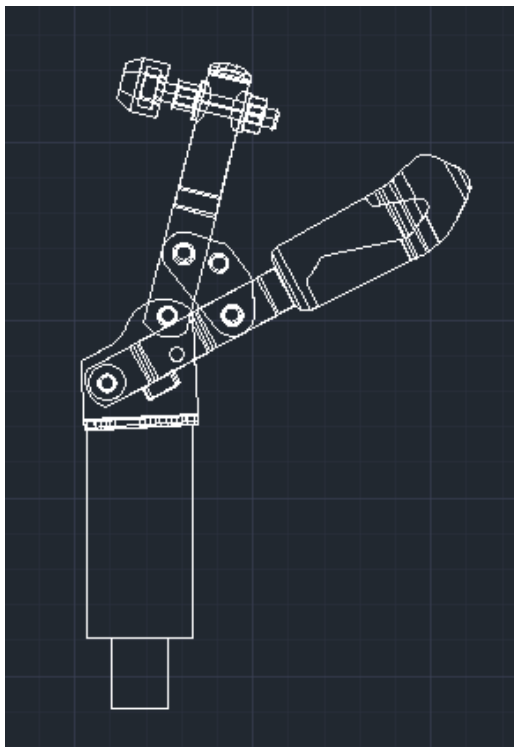


Figur 7. Delarna som skall fixeras.

Fotstöden består av en tapp på 8 mm i diameter samt 2.5 mm tjock plåt som svetsas ihop i förhand, när de är svetsade placeras den i hörnen av bottenplattan och svetsas fast. På dessa tappar träs en gummidyna som sedan ligger mot golvet. Orsaken till varför inte fotstöden helt och hållet svetsas samtidigt som resten av bottenplattan är p.g.a. de görs i partier på 100 åt gången och dessa har en skild fixtur för dessa. Tiden det tar att svetsa en är ca 10 sekunder. Det är alltså ingen idé att försöka göra en komplicerad fixtur så att roboten kunde utföra detta.

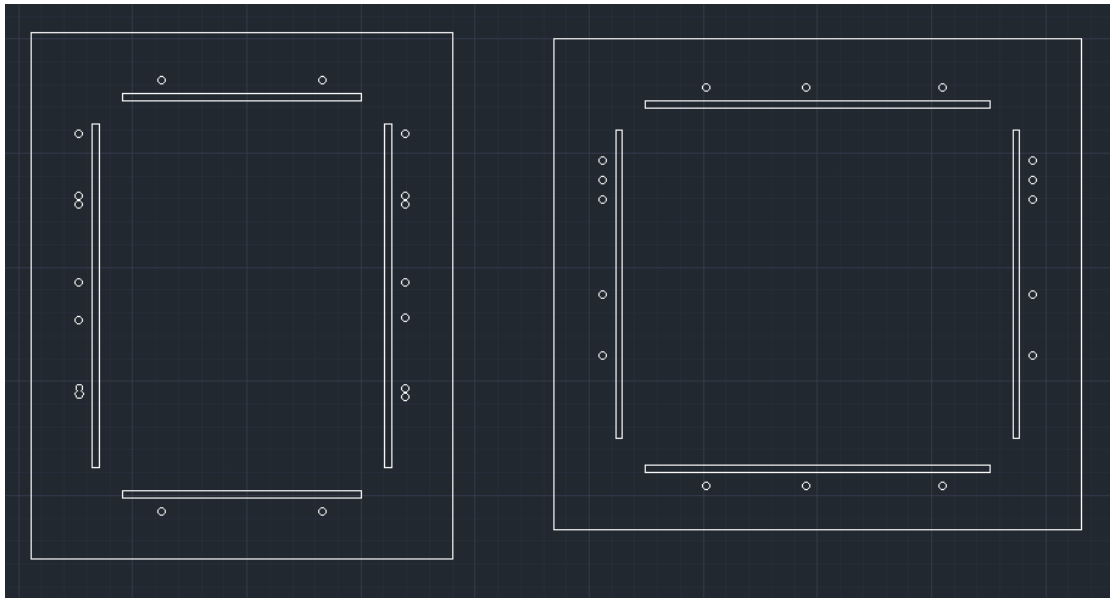
4.3 Planering av fixturerna för robotcellen

När planeringsarbetet för fixturerna började, skaffades först alla ritningar på bottenplattorna. STEP filerna exporterades till AutoCAD. En del olika lösningar på att fixera delarna blev reflekterade som t.ex. att magnetiskt fixera delarna till ramen. Redan i ett tidigt skede av planeringen insågs att designen bör göras så enkel som möjligt. Det visade sig att användningen av vanliga snabbspännen som modifierats med en 16 mm axelstump passade in i fixturbordet (Figur 8). Mellan hålen och snabbspänne finns ett litet spel och snabbspännet lutar med tre grader, vilket resulterar i att snabbspännet kilas fast i bordet och låser föremålen till bordet. I fixturbordet finns dessa hål färdigt utplacerade på alla platser så att det alltid finns en plats för snabbspännen där det finns en förstärkningsbjälke.



Figur 8. Snabbspännet med höjningsbit samt axel för att passa i fixturen.

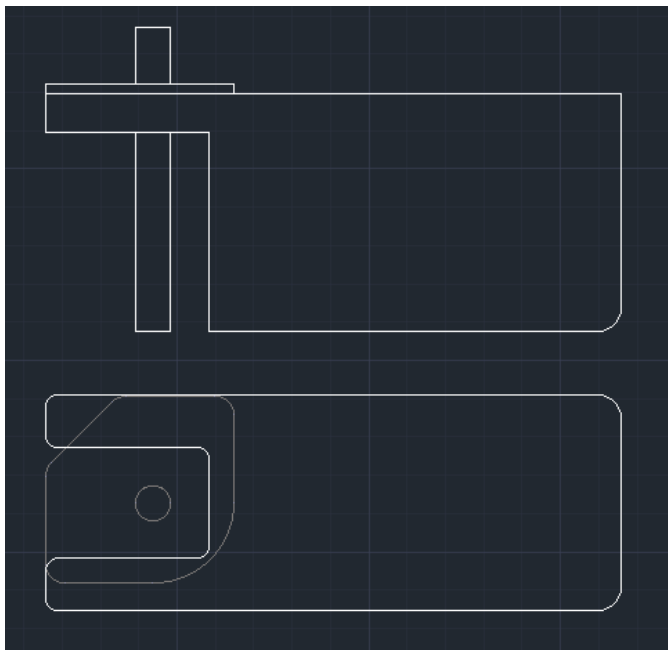
Nu när problemet med att låsa balkarna till ramen hade lösts var det dags att fundera på hur bottenplattorna lämpas till en och samma fixtur. Ramarna har mycket stora variationer i måtten, vilket gör det en hel del svårare att anpassa sig till en och samma fixtur. Detta löstes genom att ha två olika storlekar som bottenplattorna skulle fästas i.



Figur 9. Fixturerna för bottenplattorna.

Fixturens väggar skulle vara av 15 mm tjockt stål. Orsaken till detta är p.g.a. det är ett måste att fixturen är mycket stabil. Väggarna har som uppgift att hålla ramarna alltid på samma position samt se till att ramens sidor är 90 grader. En annan fördel med att ha tjockt material är att värmen kan ledas bort snabbare vilket förhindrar att fixturen ändrar form. Väggarna är fästa vid botten med M12 bultar. Hålen i botten skall vara avlånga så att det finns justeringsmöjligheter i fall det behövs (Figur 9).

För att fixera fotstöden är det mycket svårt att använda sig av ett snabbspänne. Orsaken till detta är att roboten måste komma åt hörnen för att kunna svetsa, därför får det inte finnas några hinder i vägen. Fotstöden fixerades med en bearbetad bit av kompakt stål som placeras i hörnen. Kravet med designen av fixturen för fottapparna var att roboten måste klara av att svetsa fast tappen i roten samt att vara öppen uppifrån så att roboten kan svetsa fast fotstöden i sidan av ramen (Figur 10).



Figur 10. Fixturen för fottapparna med en fottapp.

4.4 Robotcellens uppbyggnad

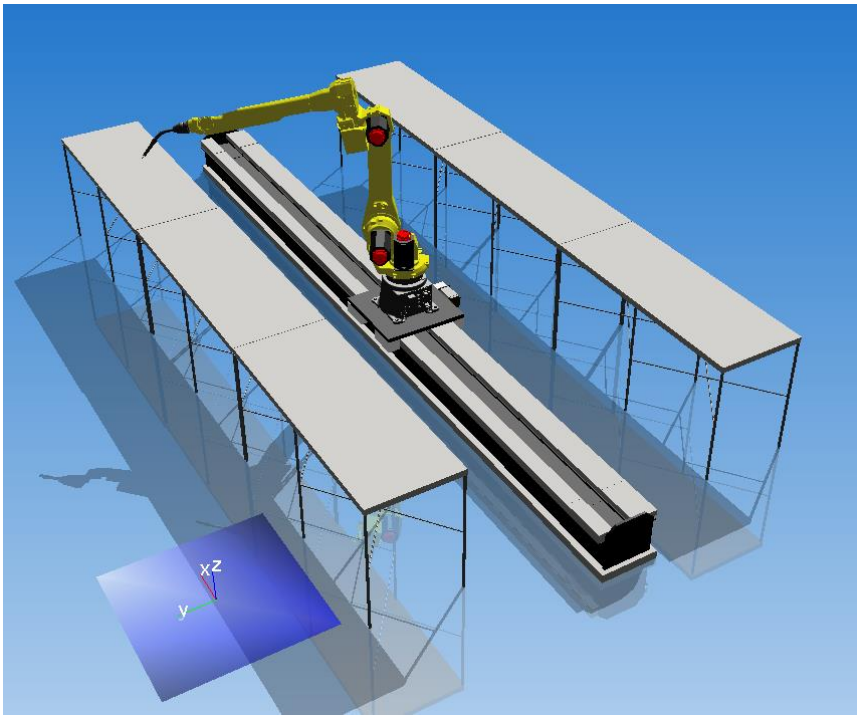
Då det gällde robotcellens uppbyggnad var tanken först att vi skulle ha ett roterande bord. Medan roboten svetsar en bottenplatta färdigställs nästa bottenplatta för svetsning. När roboten hade svetsat klart skulle roboten kvitteras att nästa var redo och bordet skulle svänga sig. Efter att cellen diskuterats med andra på företaget slopades denna plan. I stället skall roboten kunna förflytta sig i sidled och fixturborden skulle stå stilla på bägge sidorna av roboten (Figur 12). Detta betyder att enheten kommer ta mycket mera utrymme än först hade planerats. Det visade sig att företaget hade haft länge visioner på att förstora svetssidan och detta gjordes.

För att få roboten att förflytta sig i sidled var inget bekymmer. Nyligen hade en gammal vattenskärare demonterats och skruvar från den kunde användas. Skruven har en färdig ram som genast kan bultas fast i golvet. Sträckan som roboten kan förflytta sig är ca 5 m (Figur 11). Ända som måste tillverkas är en adapterplatta som passar mellan robot och skruv.



Figur 11. Skruven som skall användas.

Borden som nu skall komma på båda sidorna av roboten skall rymma fem stycken bottenplattor av den större modellen på ena sidan och sex stycken av den mindre modellen på andra sidan. Orsaken till varför fixturer inte placeras på varsin ända, är att robotens räckvidd inte är tillräcklig. Dessutom bör roboten vara tillgänglig för service samt reparationer.



Figur 12. Svetsrobotcellen.

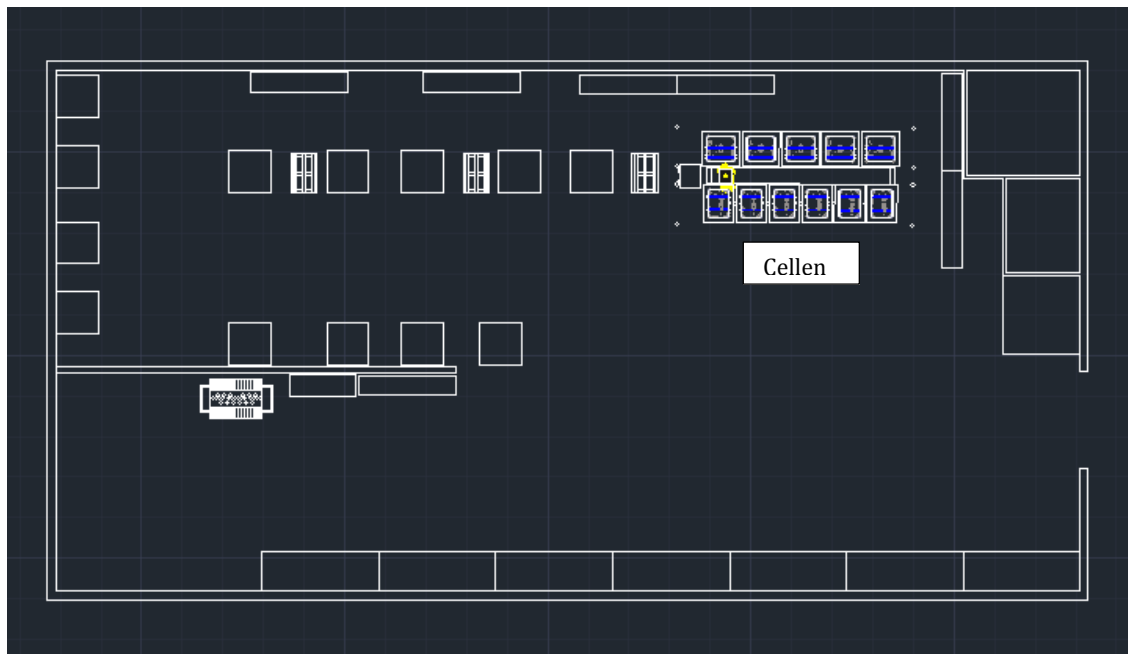
Eftersom roboten rörs i sidled, kan en svets inte stationeras någonstans bredvid cellen för då krävs en mycket lång kabel till svetspistolen. I stället skulle svetsen monteras fast bredvid roboten som skulle följa med hela tiden. Elledning, gasledning och jordkablarna skulle vara bredvid skruven i rörliga hållare som hela tiden följer med roboten.

Programmen skulle vara gjord på så sätt att roboten svetsar endast en sida åt gången så att de färdigt svetsade bottenplattorna kan plockas bort och nya som skall svetsas kan plockas på. Då det är klart kvitteras roboten på en knapp så att när roboten har svetsat klar ena sidan övergår den till andra sidan och fortsätter. Detta möjliggör en produktion utan att bli avbrutet i fall inga störningar förekommer.

Säkerheten skulle vara arrangerat så att ljusdraperier används. Detta förhindrar att ingen slipper in på robotens arbetsområde medan roboten är i rörelse. När ljusdraperier används i stället för stängslar ges en bättre synlighet över cellen. Detta leder till att cellen ser mindre ut än om stängslar används. Nödstopps knappar placeras i vartenda hörn av cellen, så operatören alltid har ett nödstopp nära sig när arbete utförs vid cellen. All personal som arbetar i samma utrymme skall få information om hur roboten fungerar samt hur nödstoppen fungerar. Personalen skall övertygas om att det är fritt fram att trycka på nödstoppen i fall något är på tok eller att något snart kan ske, för att undvika eventuella skador.

4.4.1 Robotcellens placering

Gällande cellens placering kunde konstateras att den skulle placeras där bottenplattorna hade blivit svetsade. Cellen kunde endera placeras så att den följer ytterväggen eller så att den står utåt, in mot hallen.



Figur 13. Förslag 1, cellen följer ytterväggen.

Problemet med förslag 1. är att en arbetspunkt måste flyttas bort (Figur 13), för att få rum för cellen samt att det lämnar mycket tomt utrymme framför cellen som kunde utnyttjas.

Förslag 2. är i sin tur ett bättre förslag. Utrymmet utnyttjas bättre in mot hallen samt att en arbetsplats fås bredvid cellen (Figur 14). Det finns fortfarande lite rum framför cellen där de färdigt svetsade bottenplattorna kan lagras. Vagnar för lagring finns att tillgå. Hyllorna som är bredvid cellen skulle användas för att lagra de delar som hör till bottenplattorna. Hörnen på bottenplattan skall efteråt slipas för att få en fin finish. Detta kunde utföras vid arbetspunkten bredvid. Längst in i hallen finns en skild slipavdelning för att slipa delarna. Men det vore onödigt att transportera bottenplattorna dit eftersom de är ganska tunga att handskas med. Samtidigt granskas robotens arbete. Det finns två olika modeller med vinklade sidor som inte är möjligt att svetsa med roboten så som fixturen nu är konstruerade. Dessa kan svetsas under tiden roboten utför arbete.



Figur 14. Förslag 2, cellen står utåt, in mot hallen.

4.5 Resultatdiskussion

Som beskrivs i kapitel 4.4.1 är förslag 2 ett bättre alternativ p.g.a. bättre utnyttjande av utrymmet. Därför valdes detta att bli det slutliga resultatet. Fixturerna är så långt planerade att dessa kunde förverkligas. Endast några små förändringar vore bra att göra för att få en ännu bättre och snabbare system. Dessa förändringar skulle innebära att delarna som skall fixeras skulle genast hitta sina platser. Ta fotstödens fixtur som exempel, den kunde ha ännu extra stöd som håller fottapparna bättre på sina platser, så att de inte i misstag slinker undan.

Beslutet att använda snabbspännen för att fixerar förstärkningsbjälkarna är en mycket bra lösning eftersom de är lätta att använda samt att de är billiga och slitstarka. Låssystemet som skall användas för att fästa snabbspännen i fixturbordet är ett mycket lätt och enkelt sätt, men också ett mycket snabbt och effektivt sätt.

Under planeringen har framkommit hur cellen skall byggas upp samt hur cellen skall placeras. Fixturerna har planerats så att tillverkningen av dessa kan börjas. Planeringsarbetet motsvarar de syften jag hade med arbetet d.v.s. placering och ergonomin av cellen samt planeringen av fixturerna. Jag är nöjd med resultatet, speciellt med hur cellen började se ut. Jag gjorde inga simulationer på cellen, eftersom många bottenplattor svetsas efter varann och svetsroboten kommer att gå oavbrutet. Detta leder till att produktionen är effektivare i jämförelse med om en svetsare som skulle svetsa en i taget.

Det som kunde ha blivit bättre är fixturerna. De saknar små detaljer som underlättar arbetet. Som t.ex. kan tas förstärkningsbjälkarna, vilka kunde ha tappar i fixturbordet samt hål i bjälkarna som passar i varandra så att bjälkarna hittar sin rätta position genast. Detta snabbar upp arbetet och en högre precision fås eftersom bjälkarna då alltid är på exakt samma ställe. Hålen i bottenplattorna som skulle uppstå av detta är inget hinder eftersom de täcks av durkplåt av aluminium.

Orsaken till varför det inte gjordes några ritningar på fixturerna var p.g.a. det kommer att bli förändringar på bottenplattorna. När fixturerna förverkligas kommer de som jobbar med produktutvecklingen att vara med så att det hittas en lösning på fixturerna som lämpar sig bäst till bottenplattorna.

4.6 Kritisk granskning av arbetet

I inledningskapitlet beskrivs det bra vad som är syftet med arbetet samt hur arbetet avgränsas. Företaget som arbetet görs åt beskrivs kort och väl. Eventuellt lite mera tekniska förklaringar om hur maskinerna fungerar kunde ha varit bra att ha med.

I teoridelen kommer det fram information som behövs för att kunna börja med att planera cellen. Säkerheten behandlas väl.

Resultatet är ett ganska ytligt planeringsarbete eftersom inga ritningar gjordes. Men detta är en sak som vore onödigt att göra eftersom bottenplattorna kommer att förändras så att det inte finns flera olika mått på dessa. Gällande säkerheten fanns det inte mycket om i resultatdelen. Detta beror på att största delen av säkerheten görs med programmeringen som inte hörde till detta arbete.

Sist i arbetet beskrivs förslag till fortsatt forskning samt arbetet diskuteras. Goda förslag föreslås vissa mera krävande och vissa mindre krävande. I diskussionen kommer det bra fram åsikter om arbetet och vad som kunde göras annorlunda.

4.7 Förslag till fortsatt forskning

De förslag jag har till vidare forskning vore eventuellt att göra kostnadsberäkningar av cellen. Vad kostar det att tillverka cellen, underhållskostnader samt vilken återbetalningstid har den? Det som också kunde göras är vidare forskning inom fixturerna gällande de små enskilda detaljerna som förekommer i vissa modeller av bottenplattorna. En fortsatt

forskning kunde också vara att designa om bottenplattorna så att det endast fanns två olika profiler på bottenplattorna. Som sista förslag till fortsatt forskning vore att göra programmeringen av cellen.

5 Diskussion

Gällande robotcellens placering i faciliteterna är jag ganska övertygad att placeringen är den rätta, eftersom där finns mest utrymme till förfogande. Det är också där var bottenplattorna svetsas i dag.

Ifall jag gjorde om arbetet, skulle jag börja med att fråga personalen om deras åsikter gällande cellen. Med denna information skulle jag få många olika goda förslag. Till exempel att ha en flyttbar robot, vilket jag anser vara en mycket bra lösning som jag inte hade tänkt på.

Under hösten 2017 var jag på praktik samtidigt som jag skulle göra den praktiska delen av examensarbetet. Projektet jag fick som examensarbete tycker jag att var mycket komplex till en börja och var tvungen att avgränsa den en aning. Min åsikt med att göra praktiken och examensarbetet på olika företag är att det kräver lite mera arrangemang än om praktiken och examensarbetet skulle utföras på ett och samma ställe.

Det jag har lärt mig under arbetens gång är vad som måste tas i beaktande med att planera fixturer. Jag har insett att fixturerna inte behöver göras invecklade för att få ett fungerande koncept. Jag har också lärt mig mycket om säkerheten och vad skall tänkas på när en robotcell planeras. Det som jag anser att är mycket viktigt angående säkerheten är att den bibehålls. Till exempel det, att efter ett stop bör uppstarten ske endast med några enkla knapptryck.

Överlag tycker jag att arbetet har gett mig mycket och dessutom har jag fått lära mig mycket. Jag ser fram emot att få börja arbeta med att förverkliga detta projekt.

6 Källförteckning

Blomsjö, G., 2007. Industriell robotteknik. (3:2 uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Gassvetsning (u.å.). [Online]

http://www.aga.se/sv/processes_ren/welding/gas_welding/index.html [hämtat 18.12.2017]

Industrial robot (u.å.). [Online]

<http://www.madehow.com/Volume-2/Industrial-Robot.html> [hämtat 5.4.2018]

Industrial Robots (u.å.). [Online]

<http://www.fanuc.eu/fi/en/robots> [hämtat 3.1.2018]

Kort om HUR (u.å.). [Online]

<http://www.hur.fi/sv/om-hur/kort-om-hur> [hämtat 12.12.2017]

Leg Press Rehab (u.å.). [Online]

<http://www.hur.fi/sv/product/5540-leg-press-rehab> [hämtat 12.12.2017]

MAG/MIG, Rörelektod gasmetallbågsvetsning (u.å.). [Online]

<http://www.svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/svetsning/metoder/migmaggasmetallbågsvetsning.4.38a2e557141001d64753ae5.html> [hämtat 18.12.2017]

Manderbacka, L., 2017. Design and Development of a Long Stroke Compressor. Vasa: Examensarbete för ingenjörsexamen. Yrkeshögskolan Novia, utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik.

1954, March- "Positioning or Manipulating Apparatus" patent by Cyril Kenward (British) (u.å.). [Online]

<http://cyberneticzoo.com/early-industrial-robots/1954-march-positioning-or-manipulating-apparatus-patent-by-cyril-kenward-british/> [hämtat 5.4.2018]

Svetsning (u.å.). [Online]

<http://handbok.alternativ.nu/Hantverk/Svetsning> [hämtat 20.12.2017]

The history of Fanuc (u.å.). [Online]

<http://edtech.mcc.edu/~lsmith19/comw100/project2/fanuc.html> [hämtat 26.12.2017]

Welding fixtures (u.å.). [Online]

<https://www.slideshare.net/vishnudutt/kj/welding-fixtures> [hämtat 26.12.2017]